

要旨

本研究は、加工フィーチャの入力から ISO14649 規格のデータモデルに準拠した加工データを作成して5軸加工機で加工を行うシステムの開発を目標とし、本報では、このシステムを用いた工具経路データ生成までの流れについて報告する。

1 緒論

コンピュータの発達に伴い、生産システム全体をコンピュータシステムによって統括して生産の効率化を図る CIM 技術が発達してきている。現在、その要となる CAD と工作機械のデータ交換の媒介には、Fig.1(a) に示すように ISO6983 規格で定義された NC 言語 (G コード) によって記述されたデータを用いて行うのが主流となっている。

しかし、現在用いられている NC 言語による NC データは工作機械の動作を記述したデータ構造となっており、形状を記述した CAD データとの親和性が低くデータの変換が難しい、工作機械特有の仕様を含むため他工作機械との加工情報の互換性が低い、というような欠点があり、特に機械の動作が複雑になる5軸加工機での実用は難しい。

そこで、上記の問題点を解決すべく、加工形状特徴、加工方法、加工作業情報などの加工フィーチャを記述することができる次世代 CNC データモデルによる新たな加工データ記述方式が提案され、さらに、ISO14649 として規格化されて、現在では実用化を目指した研究が進んでいる。ISO14649 規格準拠のシステムを Fig.1(b) に示す。

本研究では、加工フィーチャの入力から ISO14649 規格のデータモデルに準拠した加工データを作成して5軸加工機で加工を行うシステムの開発を目標とし、それを実現させるため、ISO14649 規格のデータモデルを実装したアプリケーション (CAM と5軸コントローラ) を開発する。本報では、このシステムを用いた工具経路データ生成までの流れについて報告する。

2 ISO14649 規格

2.1 ISO14649 規格の概要

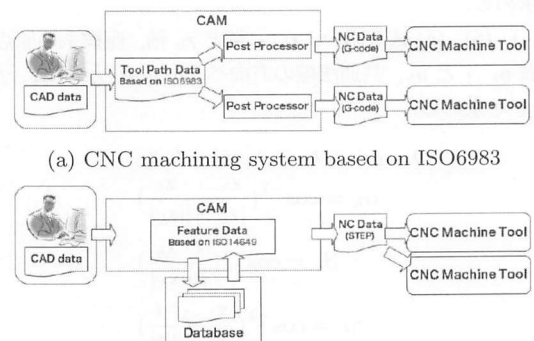
ISO14649 規格は、ISO6983 規格で定義された従来の NC 言語 (G コード) に代わる新しい NC 指令言語を記述するデータモデルを定義している。

ISO14649 規格の加工データは加工後の形状とその加工方法に関するデータのみで記述され、加工データを読み込んだ工作機械のコントローラが工具軌跡の生成を行う。工作機械特有の仕様を加工データに記述する必要が無いため、どの工作機械でも1つの加工データで同じ形状の加工を行うことができ、従来のようなポストプロセッサが不要となる。他にも、新しい機能の拡張に対応できる、加工形状や加工作業が人間にも理解しやすい、CAM を前提としたデータ作成、CAD データからの変換が容易、といった特徴を有する。

2.2 フライス加工用データモデル

ISO14649 規格では、データモデルは EXPRESS 言語というデータモデル記述言語を用いて、データの種類や目的別に分割して記述されており、本研究で扱う5軸加工用の加工データには Part-10, Part-11, Part-111 を組み合わせたフライス加工用データモデルを使用する。

Fig.2 に本研究で使用する ISO14649 規格のデータモデルを簡略化して表す。加工工程は、工程の単位を表す working_step をリスト状に記述することで表現する。working_step には、加工形状フィーチャを表す manufacturing_feature と、その加工方法や使用工具などのデータを含む machining_operation を記述する。加工時には working_step のリスト順に工程が順次実行され、記述されている形状の加工が行われていく。5軸加工に対応させるためには、machining_operation に freeform_operation を指定し、tool_direction のデータとして five_axes_var_tilt_yaw または five_axes_const_tilt_yaw を指定する。



(a) CNC machining system based on ISO6983
 (b) CNC machining system based on ISO14649

Fig.1 System overview

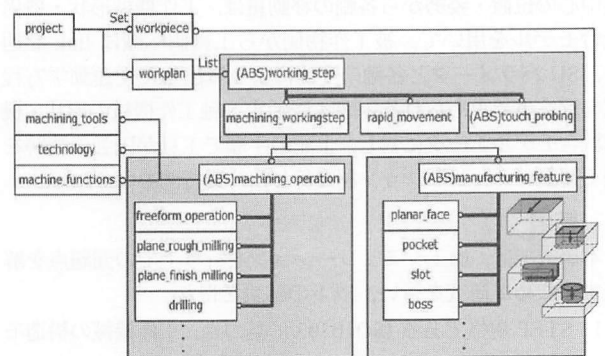


Fig.2 ISO14649-10,11,111 overview

3 ISO14649 規格準拠 5 軸加工システム

3.1 システムの構成

Fig.3 に、本研究で開発している ISO14649 規格データモデルを実装した 5 軸加工システムを示す。このシステムでは、CAM と 5 軸コントローラという 2 種類のアプリケーションから構成されている。

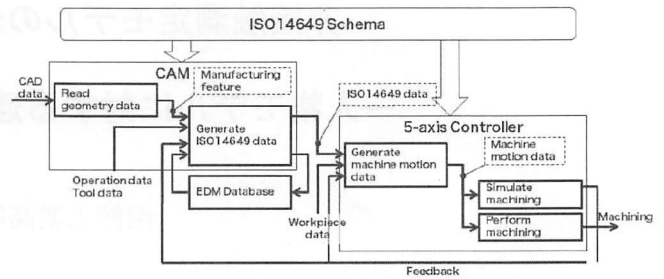


Fig.3 Data flow

3.2 CAM

CAM ではまず、入力された CAD データに含まれる形状データから、平面やポケット、ホールといった加工形状フィーチャを抽出する。現時点では、オペレータが加工形状フィーチャを CAM に入力するようになっており、その入力画面例を Fig.4 に示す。これは平面の加工形状フィーチャの入力インターフェースに示し、ここに加工形状のローカル座標や除去部の情報などを入力して平面を定義する。

次に、それぞれの加工形状フィーチャに対して加工作業情報や切削工具情報を入力し、ISO14649 規格のデータモデル準拠の加工データを作成する。この加工データは EXPRESS Data Manager (EPM Technology 社製) のデータベース上に保存して管理され、使用時には STEP ファイルに格納して出力する。出力した STEP ファイルの記述例を Fig.5 に示す。

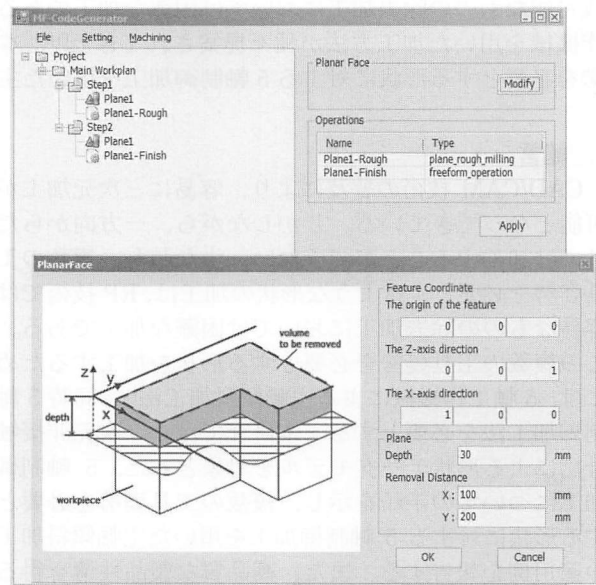


Fig.4 CAM software

3.3 5 軸コントローラ

加工データが格納された STEP ファイルを 5 軸コントローラに渡し、ここで被削材の形状や配置等の情報を入力して 5 軸加工機の動作データを生成、これを用いてシミュレーションや加工を行う。シミュレーションの実行例を Fig.6 に示す。

動作データ生成の際には、加工データに含まれる加工形状フィーチャの情報から加工形状を復元して、その形状に沿うように工具軌跡を生成し、加工面法線から求めた工具方向を考慮して動作データに変換する。現時点では平面加工やポケット加工などの単純形状の加工の動作データの生成にしか対応しておらず、複雑な形状の工具軌跡への対応や機械の干渉認識への対応が今後の課題として挙げられる。

```

1 ISO-10303-21;+
2 HEADER;+
3 :
4 DATA;+
5 #1= PROJECT('Project',#2,($,$,$,$);+
6 #2= WORKPLAN('Main Workplan',(#21,#26),$,$,$);+
7 :
8 #21= MACHINING_WORKINGSTEP('Step1',$,#23,#24,$);+
9 #23= PLANAR_FACE('Plane1',#3,($24,#27),#38,#45,#53,#58,$,$);+
10 #24= PLANE_ROUGH_MILLING($,$,'Plane1-Rough',10,,$,#31,#36,#37,5,,$29,#30,#28,3,.,3.);+
11 #26= MACHINING_WORKINGSTEP('Step2',$,#23,#27,$);+
12 #27= FREEFORM_OPERATION($,#60,'Plane1-Finish',10,,$,#31,#65,#66,$,#63,#64,#61);+
13 #28= BIDIRECTIONAL(3,.,,$,$,$);+
14 :

```

Fig.5 Output STEP file

4 結論

本研究では、加工フィーチャモデルに基づく 5 軸加工システムを開発し、システム運用の一連の流れのシミュレーションを行った。その結果、加工フィーチャモデルを使用した加工データを使用したシステムの有用性を確認することができた。

参考文献

- [1] 三井 他：適応加工のためのフィーチャモデル駆動型 CNC 加工システム（第 2 報）－加工システムの検証－，2005 年精密工学会春期大会
- [2] ISO/FDIS 14649-Part10,11,111：Data model for computerized numerical controllers

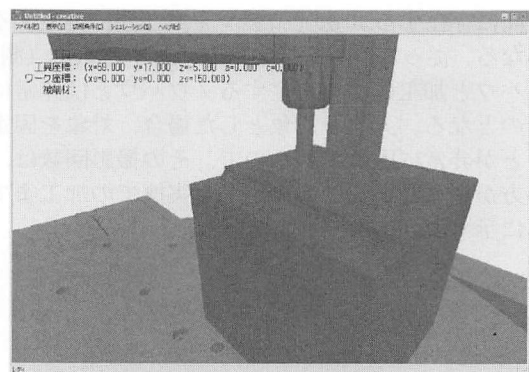


Fig.6 Simulation